Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 11, No. 3, Fall 2019, p. 341-352

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد 11، شماره 3، پاییز 1398، ص. 352-341

اثرات پیش‌مخلوط مواد معدنی بر عملکرد، پر درآوری، خصوصیات استخوان درشت‌نی و میزان تجمیع عناصر معدنی در سرم و پر جوجه‌های گوشتی

سلیمان محمدی[1]، حسن درمانی کوهی[2*]، نوید قوی حسین زاده[2]

تاریخ دریافت: 1396/07/14
تاریخ پذیرش: 1397/07/15

چکیده

این آزمایش در یک دوره 42 روزه با استفاده از 200 قطعه جوجه گوشتی سویه راس 308 در قالب طرح کاملاً تصادفی با 5 تیمار و 4 تکرار و هر تکرار با 10 قطعه جوجه به منظور ارزیابی اثرات سطوح مختلف مواد معدنی بر عملکرد، خصوصیات استخوان درشت‌نی، پر درآوری و میزان تجمیع عناصر معدنی در سرم و پر جوجه‌های گوشتی انجام شد. جیره‌های آزمایشی شامل: 1- جیره شاهد (بدون پیش مخلوط مواد معدنی) و 2، 3، 4 و 5 جیره‌های حاوی پیش مخلوط مواد معدنی در سطوح 25، 50، 75 و 100 درصد سطح پیشنهادی بودند. افزایش وزن و خوراک مصرفی روزانه در گروه‌های مکمل شده در مقایسه با تیمار شاهد بیشتر و ضریب تبدیل خوراک کمتر بود، ولی بین تیمارهای دریافت‌کننده پیش مخلوط این تفاوت‌ها معنی‌دار نشد. در خصوص استخوان درشت‌نی فراسنجه‌هایی از قبیل قطر، طول و حجم تحت تأثیر پیش مخلوط مواد معدنی قرار گرفت و تیمارهای دریافت‌کننده پیش مخلوط تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نشان دادند، ولی وزن نسبی، چگالی و درصد خاکستر تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. میزان پوشش پر در تیمارهای دریافت‌کننده پیش مخلوط افزایش یافت و به موازی آن میزان پارگی و آسیب‌دیدگی پرهای نواحی دم و بال کاهش یافت. غلظت سرمی کلسیم و غلظت‌های پتاسیم و روی در پر با استفاده ار پیش‌مخلوط موادمعدنی افزایش یافت، ولی عناصری از قبیل منگنز، سدیم، فسفر، کروم و نیکل تحت تأثیر قرار نگرفتند. اگرچه تفاوت معنی‌داری در رابطه با خصوصیات عملکردی و فراسنجه‌های مرتبط با استخوان درشت‌نی جوجه‌های مکمل‌شده با سطوح متفاوت پیش مخلوط مواد معدنی مشاهده نشد اما با توجه به تاثیرپذیری وضعیت پردرآوری جوجه‌های گوشتی، استفاده از پیش مخلوط در سطح 100 درصدی به منظور اطمینان از تامین نیازمندی‌ها پیشنهاد می شود.

واژه‌های کلیدی: پر درآوری، جوجه گوشتی، عناصر معدنی کم‌نیاز، وضعیت پر درآوری.

مقدمه

مواد معدنی فقط 4 تا 6 درصد وزن بدن حیوانات مهره‌دار را تشکیل می‌دهد ولی به علت نقش‌های گوناگون آن‌ها در اعمال حیاتی بدن، اهمیت آن‌ها در بیوشیمی تغذیه فراوان است. عناصرمعدنی در بدن ساخته نمی‌شوند اما در هورمون‌ها، آنزیم‌ها، بافت‌ها و مایعات بدن وجود دارند و بنابراین باید توسط جیره غذایی تأمین شوند (9).

بافت اسکلتی پرنده نه تنها برای حفظ ساختار بدن ضروری است بلکه منبع ذخیره‌ای مهمی برای مواد معدنی در مواقع ضروری به شمار می‌رود. در این ارتباط، تأمین مقدار کافی مواد معدنی از طریق جیره غذایی و یا افزودن مکمل‌هایی که بتوانند میزان جذب مواد معدنی را افزایش دهند از مهم‌ترین عوامل تغذیه‌ای مؤثر بر کیفیت استخوان است (2). پارامترهای استخوان به‌عنوان شاخصی در ارتباط با وضعیت تغذیه‌ای طیور در تحقیقات تغذیه‌ای مورد استفاده قرارگرفته و می‌گیرد (20 ، 25 و 26). در ضمن، بررسی خصوصیات مربوط به استخوان یکی از معیارهای مرسوم برای ارزیابی کیفیت جیره‌های غذایی ازجمله مواد معدنی است (26). روش‌های مختلفی برای تعیین وضعیت معدنی شدن استخوان وجود دارد. در این میان می‌توان از تعیین خاکستر استخوان، نقطه شکست، وزن استخوان، حجم استخوان و تعیین چگالی استخوان نام برد (3).

غلظت سرمی عناصر معدنی در بیشتر مواقع با مقدار آن‌ها در

1- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم دامی دانشگاه گیلان، گیلان - ایران
2- دانشیار گروه علوم دامی دانشگاه گیلان، گیلان - ایران
(* - نویسنده مسئول: h.darmani@guilan.ac.ir)
Doi:10.22067/ijasr.v11i3.67680

کل بدن مطابقت ندارد زیرا غلظت آن‌ها در خـون توسـط مکانیسـم هومئوستازی کنترل مـی‌شـود. بـه همـین علـت، روش‌هـای رایـج آزمایشگاهی برای ارزیابی وضعیت عناصر معدنی بدن، بدون توجه به سایر اطلاعات ممکن است ارزش محدودی داشته باشـند (9 و 22). برخلاف خون، غلظت موادمعدنی در مو و پـر از ثبـات بیشـتری بـر خوردار بوده و از تراکم بیشتری برخوردار هستند (3 ، 7 و 22).

در تولید تجاری جوجه‌های گوشتی و مرغـان تخـم‌گـذار اغلـب نگرانی در مورد میزان پوشش و کیفیت پر وجود دارد. فقدان پوشش مناسب پر می تواند منجر به آسیب‌های پوستی از جمله کـوفتگی و عفونت شده و منجر به افزایش در نیازمندی انرژی برای نگهداری و بنابراین کاهش در راندمان استفاده از خوراک شود. افزایش در مرگ و میر، کاهش تولید تخم مرغ و افزایش در تولیـد تخـم مـرغ‌هـای شکسته با وضعیت پردرآوری در مرغان تخم‌گـذار در ارتبـاط اسـت. هم‌چنین شروع نوک زنی و کانیبالیسم در ارتباط با کمبودهای جیره-ای بوده به طوری که کاهش در کانیبالسیم و پرخواری با استفاده از مکمل جیره-ای عناصر کم‌نیاز و سدیم گزارش شده‌است (14، 15 و 18). رشد و توسعه پر تحت کنترل هورمون‌هایی نظیـر تیروکسـین، استروژن و تستوسترون است. بنابراین شـرایط محیطـی و تغذیـه‌ای تاثیرگذار روی وضعیت هورمونی پرنده می تواند بر نـرخ پـردرآوری موثر باشد (15 و 18). تغذیه علاوه بر تاثیرگذاری بر نرخ پـردرآوری می تواند ساختار، رنگ و غلظت مواد معدنی پر را تحـت تـأثیر قـرار دهد (15). پروفایل مواد معدنی مو یـا پـر مـی‌توانـد بیـانگر میـزان عناصری باشد که از طریق جریان خون در اختیار این بافت‌ها قـرار گرفته و در آن‌ها ذخیره می‌شود (9 و 15). لذا، هدف از انجام تحقیق حاضر بررسی اثر استفاده از سطوح مختلف پیش مخلوط مواد معدنی در جیره و اثر آن بر عملکرد، کیفیت استخوان درشت‌نی، وضعیت پر درآوری و غلظت‌های مواد معـدنی سـرم خـون و پـر بـه‌عنـوان دو شاخص بیولوژیکی تاثیرپذیر از محتوای مواد معدنی جیره جوجه‌های گوشتی بوده‌است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مرغداری دانشکده کشاورزی دانشگاه گـیلان در طی ماه‌های مهر، آبان و آذر سال 1394 به منظـور ارزیـابی اثـرات سطوح مختلف مواد معدنی بر پر درآوری و میـزان تجمیـع عناصـر معدنی در سرم و پر جوجه‌های گوشتی با استفاده از 200 قطعه جوجه گوشتی سویه راس 308 در قالب طرح کاملاً تصادفی با 5 تیمار و 4 تکرار و هر تکرار با 10 قطعه جوجـه انجـام شـد. جیـره پایـه مـورد استفاده در این آزمایش بر اساس توصـیه سـویه تجـاری راس 308 فرموله گردید. جیره‌های آزمایشی شامل: 1) جیره پایه (جیره شاهد: بدون مکمل پیش مخلوط مواد معدنی)، 2) جیره پایه حاوی مکمـل پیش مخلوط مواد معدنی در سطح 25 درصد سطح پیشنهادی مکمل تجاری در اختیار (2/5 کیلوگرم در تن)، 3) جیره پایه حاوی مکمـل پیش مخلوط مواد معدنی در سطح 50 درصد سـطح پیشـنهادی، 4) جیره پایه حاوی مکمل پیش مخلوط مواد معدنی در سطح 75 درصد سطح پیشنهادی و 5) جیره پایه حاوی مکمل پـیش مخلـوط مـواد معدنی در سطح 100 درصد سطح پیشنهادی، بودند (جدول 1).

در طی آزمایش، افـزایش وزن و خـوراک مصـرفی بـه صـورت دوره‌ای اندازه‌گیری و براساس اندازه‌گیری‌های انجـام شـده ضـریب تبدیل خوراک محاسبه شد. بعد از اتمام دوره آزمایش و در روز کشتار (روز 42)، استخوان درشت‌نی چپ دو جوجه نر برداشته شد. پـس از جدا کردن بافت‌های اضافی از استخوان درشت‌نی و قرار دادن آن در کیسه پلاستیکی زیپ‌دار، اسـتخوان‌هـا در دمـای 20- سـانتی‌گـراد نگهداری شدند. استخوان درشت‌نی پس از یخ گشایی در دمای اتاق با ترازوی با دقت 0/001 تـوزین و داده‌هـای مربـوط ثبـت گردیـد. نمونه‌های استخوان درشت‌نی بعد از یخ گشـایی در اسـتوانه مـدرج 200 میلی‌لیتری حاوی آب معمولی قرار داده شد و بر اساس تفـاوت بین میزان سطح آب اولیه و آب بالاآمده در استوانه، حجم استخوان (سانتی‌متر مکعب) به دست آمد. قطر و طول استخوان‌های درشت‌نی با کـولیس بـا دقـت 0/01 در قسـمت وسـط اسـتخوان (اپـی‌فیـز) اندازه‌گیری شد. چگالی استخوان درشـت‌نـی (گـرم بـر سـانتی‌متـر مکعب)، از تقسیم وزن اسـتخوان درشـت‌نـی (گـرم) بـه حجـم آن (سانتی‌متر مکعب)، به دست آمد. به‌منظور تعیـین درصـد خاکسـتر، نمونه‌های استخوان درشت‌نی بعد از آسیاب کردن و قرار گـرفتن در بوته چینی به داخل کوره در دمای 600 درجه سانتی‌گراد به مدت 24 ساعت قرار داده شد.

در 40 روزگی از هر قفس 2 پرنده نر که وزن آن ها به میانگین آن قفس نزدیک بود انتخاب و از بخش‌هـای مختلـف بـدن آن‌هـا (قسمت‌های بال، دم و پشت) با دوربین پایه‌دار بافاصله و بزرگ‌نمایی یکسان عکس گرفته شد. از عکس‌های تهیه‌شده جهـت نمـره‌دهـی وضعیت پراستفاده شد. جهت نمره دهی از دو الگوی ارایـه شـده در جدول 2 استفاده شد (17). جهت اندازه‌گیری مواد معدنی سرم خـون و پر در روز کشتار (روز 42) از هر تکرار از دو قطعه جوجـه نـر کـه وزن‌شان میانگین وزنی تکرار مربوطه بود نمونه خون و پر در حالت ناشتا تهیه شد. بعد از تهیه نمونه‌های سرم، نمونه‌ها در دمای اتاق به مدت 24 ساعت نگهداری و سپس در آزمایشگاه به مدت 15 دقیقه و در دور 3000 سانتریفوژ شدند. سرم جداشده به داخل میکرو تیـوب 1/5 ریخته شد و در دمای 80- نگهداری شد. برای آنالیز مواد معدنی سرم خون، سرم بعد ازخارج‌کردن از فریزر یخ گشایی و از هر نمونـه به میزان 0/5 میلی‌لیتر با سمپلر برداشته شد.

جدول 1- اجزا تشکیل‌دهنده جیره‌های غذایی پایه مورداستفاده در دوره آغازین، رشد و پایانی[1]

Table 1- Ingredients and chemical composition of the basal diets[1]

اقلام جیره (درصد) Ingredients (%)	آغازین Starter	رشد Grower	پایانی Finisher	ترکیبات مواد مغذی محاسبه‌شده Calculated composition	آغازین Starter	رشد Grower	پایانی Finisher
دانه ذرت Corn	53.31	56.15	59.61	انرژی قابل متابولیسم $kcal\ kg^{-1}$ Metabolizable energy, $kcal\ kg^{-1}$	2870	3000	3080
کنجاله سویا،44٪ پروتئین Soybean meal, 44% CP	39.26	35.72	31.90	پروتئین خام Crude protein	21.82	20.48	19.06
روغن سویا Soybean oil	2.83	4.16	4.73	لایزین قابل‌هضم کلسیم %	1.20 1.00	1.05 0.86	0.93 0.82
دی کلسیم فسفات Dicalsium phosphate	2.00	1.78	1.68	Calcium% فسفر قابل‌هضم %	0.47	0.43	0.40
پودر آهک Calcium carbonate	1.18	0.95	0.93	Available phosphorus% سدیم %	0.16	0.16	0.16
نمک خوراکی Common salt	0.36	0.29	0.30	Sodium% پتاسیم %	0.91	0.85	0.79
ال- لیزین هیدرو کلراید L-Lysine HCl, 78%	0.18	0.08	0.04	Digestible lysine متیونین قابل‌هضم	0.60	0.52	0.47
دی ال- متیونین DL-Methionine, 98%	0.30	0.24	0.20	Digestible methionine متیونین+سیستئین قابل‌هضم	0.89	0.80	0.73
ال- ترئونین L-Threonine, 99%	0.08	0.03	0.01	Digestible methionine + cystine ترئونین قابل‌هضم	0.79	0.70	0.63
پریمیکس ویتامینی[2] Vitamin premix[2]	0.25	0.25	0.25	Digestible threonine			
سدیم بیکربنات Sodium bicarbonate	0.00	0.10	0.10				
مجموع Total	100	100	100				

[1] به منظور ساخت تیمارهای آزمایشی مقادیر 0، 25، 50، 75 و 100 درصد از سطح پیشنهادی پیش‌مخلوط مواد معدنی (2/5 کیوگرم در تن) به جیره پایه اضافه شد. هر 2/5 کیلوگرم از مکمل معدنی شامل: 99200 میلی‌گرم منگنز، 50000 میلی‌گرم منگنز آهن، 84700 میلی‌گرم روی، 10000 میلی‌گرم مس، 990 میلی‌گرم ید، 200 میلی‌گرم سلنیوم و 250000 میلی‌گرم کولین کلراید.

[2] هر 2/5 کیلوگرم از مکمل ویتامینی شامل: 9000000 واحد بین‌المللی ویتامین A، 2000000 واحد بین‌المللی ویتامین D3، 1800 واحد بین‌المللی ویتامین E، 2000 میلی‌گرم ویتامین K_3، 1800 میلی‌گرم ویتامین B1، 6600 میلی‌گرم ویتامین B2، 10000 میلی‌گرم ویتامین B3، 3000 میلی‌گرم ویتامین B5، 3000 میلی‌گرم ویتامین B6، 1000 میلی‌گرم ویتامین B9، 15 میلی‌گرم ویتامین B12 و 100 میلی‌گرم ویتامین H2.

[1] The experimental diets were made by adding mineral premix to the basal diet at 25, 50, 75, 100% of level recommended by manufacture (2.5 kg/ton). Each 2.5 kg of vitamin premix includes 9,000,000 International Units (IU) of vitamin A, 2000000 IU of vitamin D3, 1800 IU of vitamin E, 2000 mgs of vitamin K_3, 1800 mgs of vitamin B1, 6600 mg of vitamin B2, 10000 mgs of vitamin B3, 3000 mgs of vitamin B5, 3000 mgs of vitamin B6, 1000 mgs of vitamin B9, 15 mgs of vitamin B12 and 100 mgs of vitamin H2.

[2] Each 2.5 kg of mineral supplement contains 99,200 mgs of manganese, 50,000 mgs iron, 84,700 mgs of zinc, 10,000 mgs Cu, 990 mgs of iodine, 250,000 mg choline chloride and 200 mgs of selenium.

برای اندازه‌گیری عناصر معدنی سرم خون و پر از روش استاندارد D4638–03 انجمن امریکا (1) و روش چند عنصری اسپکترومتری نشری پلاسمای جفت شونده القائی (ICP-OES[1]) استفاده شد.

طرح آماری به کار گرفته‌شده در این تحقیق طرح کاملاً تصادفی بود (رابطه 1).

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij} \qquad (1)$$

در این رابطه Y_{ij} مقدار هر مشاهده، T_i اثر تیمار و e_{ij} خطای آزمایش است. تجزیه‌وتحلیل کلیه داده‌های آزمایشی از جمله داده‌های مرتبط با نمره‌دهی پوشش و آسیب‌دیدگی پرها با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار SAS انجام شد. برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای توکی در سطح معنی‌داری 5 درصد استفاده شد.

1 Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy

جدول 2- الگوی مورد استفاده جهت نمره دهی وضعیت پر درآوری (17)
Table 2- The pattern used for feather scoring (17).

بر اساس پوشش پر Feather coverage	نمره Score	بر اساس آسیب Poor feathering	نمره Score
پوشش کامل Complete coverage	5	فاقد پرهای شکسته	0
پوشش بیشتر از 75 درصد >75% coverage	4	No defect	
پوشش 75- 50 درصد 50-75% coverage	3	ضایعه و پر پاره	1
پوشش 50-25 درصد 25-50% coverage	2	Lesion and torn feathers	
پوشش کمتر از 25 درصد <25% coverage	1	تاول روی ساقه پر، ناتوانی پر برای رویش از فولیکول، پر توسعه نیافته و شکسته Blisters had developed on the shaft, near failure of feather to emerge from the follicle, broken feathers and retarded feathering	2

نتایج و بحث

اگرچه در تمامی دوره‌های پرورش، جوجه‌های گوشتی تغذیه‌شده با جیره‌های مکمل شده با پیش مخلوط مواد معدنی در مقایسه با جیره بدون مکمل افزایش وزن روزانه بیشتری داشتند (P<0/05)، ولی این تفاوت‌ها برای جیره‌های مکمل‌شده با پیش مخلوط معنی‌دارنبود (جدول 3).

گزارشات در رابطه با اثرات حذف مکمل‌های ویتامینی و معدنی روی عملکرد جوجه‌های گوشتی ضد و نقیض است. به طوری‌که، حذف پیش مخلوط مواد معدنی در طی هفته‌های آخر پرورش اثر معنی‌داری روی افزایش وزن جوجه‌های گوشتی نداشت (4، 6 و 28)، در حالی‌که در گزارش دیگر حذف ویتامین و عناصر کم نیاز در طی هفته آخر پرورش منجر به کاهش در افزایش وزن روزانه شد (24).

چنانچه از جدول 3 دیده می‌شود، ازنظر خوراک مصرفی تیمارهای حاوی پیش مخلوط مواد معدنی در مقایسه با گروه شاهد (بدون مکمل) مصرف خوراک بالاتری داشتند (P<0/05). به‌هرحال و در مشابهت با افزایش وزن روزانه تفاوت‌های مشاهده شده در خوراک مصرفی برای گروه‌های مکمل شده با پیش مخلوط مواد معدنی معنی‌دار نبود (P>0/05).

گزارش‌ها نشان دادند که حذف مکمل معدنی و ویتامینی در هفته‌های اول باعث کاهش خوراک مصرفی شد ولی این اثر در دو هفته آخر دوره پرورش معنی‌دار نبود (4، 6، 19 و 28). در آزمایشی دیگر، حذف مکمل‌های ویتامینی و معدنی در انتهای دوره پرورش باعث افزایش معنی‌داری در میزان خوراک مصرفی شد (13).

چنانچه از اطلاعات ارایه شده در جدول 3 در رابطه با ضریب تبدیل خوراک دیده می‌شود، تفاوت‌های مشاهده در رابطه با این صفت در دوره‌های رشد و پایانی در مقایسه با گروه شاهد معنی‌دار بود (P<0/05). وجود پیش مخلوط منجر به بهبود در این صفت شد که در مطابقت با یافته‌های قبل بود (4 و 5).

جیره مکمل شده با شکل‌های کیلات معدنی و آلی مس، آهن، منگنز و روی به ترتیب در مقادیر 4، 20، 40 و 30 میلی‌گرم در هر کیلوگرم جیره، عملکرد مشابهی را همانند سطوح NRC (8 میلی‌گرم مس، 4 میلی‌گرم آهن،60 میلی‌گرم منگنز،40 میلی‌گرم روی) در شکل املاح آلی تولید کرد. به‌هرحال، جوجه‌های تغذیه‌شده با جیره‌هایی که فاقد مکمل مواد معدنی کم‌نیاز بودند، مصرف خوراک و نرخ رشد کاهش یافته‌ای را از خود در مقایسه با گروه شاهد نشان دادند (2). در آزمایش دیگر، تفاوت معنی‌داری در وزن بدن، ضریب تبدیل خوراک و خوراک مصرفی در پرندگان تغذیه‌شده با تیمار 20 درصدی از سطوح پیشنهادی مکمل مواد معدنی کم‌نیاز در مقایسه با تیماری که 100 درصد از مکمل مواد معدنی کم‌نیاز دریافت کرده بودند، مشاهده نشد (29)، که در مطابقت با نتایج آزمایش حاضر است.

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش (جدول 4) تیمارهای پیش مخلوط مواد معدنی سبب افزایش در قطر استخوان درشت‌نی در مقایسه با تیمار شاهد شدند (P<0/05) به‌گونه‌ای که بیشترین قطر مربوط به تیمار 100 درصد مکمل بود. هم‌چنین، افزودن پیش مخلوط مواد معدنی باعث افزایش در حجم استخوان درشت‌نی گردید، به‌گونه‌ای که کم‌ترین حجم استخوان درشت‌نی مربوط به تیمار شاهد و بیشترین آن مربوط به تیمار 100 درصد پیش مخلوط مواد معدنی بود. چگالی و درصد خاکستر بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت (P>0/05). افزایش سطوح پیش مخلوط مواد معدنی سبب بهبود طول استخوان درشت‌نی شد به‌گونه‌ای که بیشترین طول استخوان مربوط به تیمار 100 درصد پیش مخلوط مواد معدنی بود.

جدول 3- اثر مکمل پیش مخلوط مواد معدنی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در دوره‌های رشدی مختلف [1]

Table 3- Effect of mineral premix supplementation on broiler performance in different growth periods[1]

سطح جیره‌ای پیش‌مخلوط مواد معدنی[2] Dietary level of M. Pmix[2]	Starter (0-10 d)	Grower (11-24 d)	Finisher (25-42 d)	Whole period (0-42 d)
	افزایش وزن بدن (گرم/پرنده/روز) Body weight gain (g/bird/d)			
0	11.70^{b}	17.37^{b}	21.17^{b}	16.69^{b}
25	17.55^{a}	56.51^{a}	101.17^{a}	63.77^{a}
50	16.12^{ab}	49.55^{a}	99.98^{a}	59.88^{a}
75	14.47^{ab}	48.67^{a}	94.08^{a}	57.12^{a}
100	15.58^{ab}	51.41^{a}	99.09^{a}	59.17^{a}
SEM[3]	0.64	3.31	7.18	4.06
p- value	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	مصرف خوراک (گرم/پرنده/روز) Feed intake (g/bird/d)			
0	19.31^{b}	34.45^{b}	67.24^{b}	42.25^{b}
25	25.51^{a}	89.03^{a}	185.9^{a}	109.47^{a}
50	24.27^{a}	80.03^{a}	181.0^{a}	103.96^{a}
75	21.61^{ab}	74.49^{a}	176.9^{a}	99.72^{a}
100	24.37^{a}	80.70^{a}	177.1^{a}	102.15^{a}
SEM	0.63	4.64	10.54	5.82
p- value	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	ضریب تبدیل خوراک Feed conversion ratio			
0	1.67	2^{a}	3.08^{a}	2.52^{b}
25	1.45	1.57^{b}	1.84^{b}	1.711^{a}
50	1.53	1.60^{b}	1.83^{b}	1.73^{a}
75	1.52	1.52^{b}	1.88^{b}	1.74^{a}
100	1.54	1.57^{b}	1.83^{b}	1.73^{a}
SEM	0.03	0.04	0.01	0.075
p- value	0.144	0.0001	0.0001	0.0001

[1] درهرستون حروف غیرمشابه بیانگر تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی می‌باشد (P<0/05).

[2] سطوح جیره‌ای پیش‌مخلوط مواد معدنی براساس درصد از سطح پیشنهادی (0/25 درصد) کارخانه سازنده

[3] خطای استاندارد میانگین

[1] In each column, means with different subscript letters differ significantly (P< 0.05)

[2] M.Pmix= mineral premix as percentage of recommended level (0.25% of Diet) by manufacturing company

[3] Standard error of the mean

اثر سطوح روی (Zn) پایین‌تر از سطح پیشنهادی (1994) NRC به جیره جوجه‌های گوشتی منجر به کاهش تراکم، غلظت و طول استخوان درشت‌نی شد (29). سطوح بالاتر روی (Zn) هیچ اثری بر میزان خاکستر استخوان نداشت. از آن جایی‌که کلسیم و فسفر عمده عناصر تشکیل‌دهنده ساختمان استخوان هستند، لذا سطوح مختلف عناصر کم‌مصرف تأثیر چشمگیری روی مقدار خاکستر استخوان ندارد. جیره‌های مکمل شده با 40 میلی‌گرم روی، 60 میلی‌گرم منگنز و 8 میلی‌گرم مس در مقایسه با جیره‌های مکمل شده با 80 میلی‌گرم روی، 120 میلی‌گرم منگنز و 8 میلی‌گرم مس تفاوتی در پارامترهای استخوانی ایجاد نکردند (29).

نتایج حاصل در رابطه با اثر سطوح پیش مخلوط مواد معدنی بر وضعیت پر درآوری در جدول 5 و شکل‌های 1 و 2 نشان داده‌شده است. در رابطه با پوشش پر دم بین تیمار بدون پیش مخلوط مواد معدنی با تیمارهای حاوی پیش مخلوط تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (P<0/05). تفاوت پوشش پر دم بین تیمار 25 و 50 درصد پیش مخلوط معنی‌دار نبود، اما این تفاوت‌ها با سطوح 75 و 100 درصد پیش مخلوط معنی‌دار شد (P<0/05). بالاترین نمره پوشش پر ناحیه دم مربوط به تیمار 100 درصد پیش مخلوط مواد معدنی بود. در مورد پوشش پر بال نیز تفاوت تیمار شاهد با بقیه تیمارها معنی‌دار بود (P<0/05). در مشابهت با پوشش پر دم، بیشترین پوشش پر ناحیه بال مربوط تیمار 100 درصد پیش مخلوط مواد معدنی بود.

جدول 4- اثر سطوح پیش مخلوط مواد معدنی بر خصوصیات استخوان درشت‌نی جوجه‌های گوشتی در سن 42 روزگی[1]

Table 4- Effect of mineral premix supplementation on tibia bone morphometric of broiler chicks at 42 day of age[1]

سطوح جیره‌ای پیش‌مخلوط مواد معدنی[2] Dietary level of M.Pmix (%)[2]	وزن Weight (g)	وزن نسبی Relative weight (% of BW)	قطر Diameter[3] (cm)	طول Length (cm)	حجم Volume (cm^3)	چگالی Density (g/cm^3)	خاکستر Ash (%)
0	4.24[b]	0.531	0.42[b]	6.31[b]	3.87[b]	1.53	33.22
25	13.48[a]	0.503	0.79[a]	9.43[a]	11.80[a]	1.21	34.93
50	12.70[a]	0.505	0.75[a]	9.52[a]	10.68[a]	1.18	36.70
75	12.88[a]	0.537	0.78[a]	9.34[a]	11.09[a]	1.15	36.13
100	13.53[a]	0.544	0.84[a]	9.48[a]	11.31[a]	1.19	36.61
SEM	0.91	0.005	0.035	0.30	0.74	0.01	0.92
p- value	0.0001	0.45	0.0001	0.0001	0.0001	0.370	0.253

[1]درهرستون حروف غیرمشابه بیانگر تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی می‌باشد (P<0/05).

[2]سطوح جیره‌ای پیش‌مخلوط مواد معدنی براساس درصد از سطح پیشنهادی (0/25 درصد) کارخانه سازنده

[3]قطر خارجی بخش میانی استخوان درشت‌نی

[1]In each column, means with different superscript letters differ significantly (P<0.05).

[2]M.Pmix= mineral premix as percentage of recommended level (0.25% of Diet) by manufacturing company

[3]External diameter of the tibia at the middle point

جدول 5- اثر مکمل پیش‌مخلوط مواد معدنی بر نمره‌دهی پر جوجه‌های گوشتی (میانگین ± خطای استاندارد)[1]

Table 5- Effects of mineral premix supplementation on feather scoring in broiler chickens (mean ± SE)[1]

	پوشش پر Coverage score		پر آسیب دیده Defect score	
سطوح جیره‌ای پیش‌مخلوط مواد معدنی[2] Dietary level of M.Pmix (%)[2]	بال Wing	دم Tail	بال Wing	دم Tail
0	1.62[b]±0.08	1.25[c]±0.06	1.87[a]±0.02	1.87[a]±0.02
25	4.37[a]±0.08	3.87[b]±0.02	1.12[b]±0.02	1.12[b]±0.02
50	4.50[a]±0.08	4.25[ab]±0.06	0.87[b]±0.02	0.87[b]±0.02
75	4.50[a]±0.08	4.62[a]±0.08	0.62[bc]±0.08	0.62[bc]±0.08
100	4.87[a]±0.02	4.75[a]±0.06	0.12[c]±0.02	0.12[c]±0.02
P-value	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

[1]درهرستون حروف غیرمشابه بیانگر تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی می‌باشد (P<0/05).

[2]سطوح جیره‌ای پیش‌مخلوط مواد معدنی براساس درصد از سطح پیشنهادی (0/25 درصد) کارخانه سازنده

[1]In each column, means with different superscript letters differ significantly (P<0.05).

[2]M.Pmix= mineral premix as percentage of recommended level (0.25% of Diet) by manufacturing company

چنان‌چه از نتایج جدول 5 و اشکال 1 و 2 دیده می‌شود با افزایش سطوح پیش‌مخلوط مواد معدنی در جیره از میزان ضایعه و پرهای ناقص کاسته شد، به‌گونه‌ای که بیشترین مقدار ضایعه هم در ناحیه دم و هم در ناحیه بال مربوط به تیمار شاهد و کمترین آن مربوط به تیمار 100 درصد پیش مخلوط مواد معدنی بود. نمره‌دهی پر به‌عنوان یک ابزار بالقوه بصری جهت تشخیص سریع کمبود روی بکار برده می‌شود (17).

هم راستای با نتایج آزمایش حاضر، در آزمایشی اثر غلظت‌های متفاوت عنصر روی (Zn) در جیره روی نمره‌دهی پوشش پر ناحیه دم معنی‌دار بود (17). هم‌چنین در آمایش مذکور، در دمای محیطی بالا نمره پوشش پر برای قسمت‌های پشت و دم در جیره‌های حاوی 60 میلی‌گرم در کیلوگرم Zn در مقایسه با جیره‌های با 40 میلی‌گرم در کیلوگرم Zn ، به‌طور قابل‌توجه ای بیشتر بود. در شرایط درجه حرارت بالا، جیره حاوی 40 و 60 میلی‌گرم در مقایسه با تیمار فاقد مکمل Zn و 0/8 درصد کلسیم شکستگی و پر ناقص کمتری در ناحیه دم داشتند. این نتایج نشان می‌دهد که مکمل Zn اثر زیان‌بار درجه حرارت محیطی بالا را در ایجاد پر ناقص برطرف می‌کند، ولی در دمای پایین هیچ تفاوت معنی‌داری برای قسمت‌های پشت، سینه، زیر بال و دم در جیره‌های بدون مکمل Zn و 60 میلی‌گرم در کیلوگرم Zn با 0/8 درصد کلسیم مشاهده نشد. روند مشابهی در مورد نمره پوشش پر در قسمت‌های سینه، زیر بال و دم در شرایط دمای محیطی بالا مشاهده شد (17).

شکل 1- میزان پوشش و آسیب‌دیدگی پرها در ناحیه بال در تیمارهای جیره‌ای مختلف

Figure 1- Coverage and damaged feathers of wing in different dietary treatments[1]



T1 T2 T3 T4 T5

[1]T1) Control group (without mineral premix supplementation), T2) mineral premix at 25% of recommendation level, T3) mineral premix at 50% of recommendation level, T4) mineral premix at 75% of recommendation level and T5) mineral premix at 100% of recommendation level.

شکل 2- میزان پوشش و آسیب‌دیدگی پرها در ناحیه دم در تیمارهای جیره‌ای مختلف

Figure 2- Coverage and damaged feathers in different treatments of tail[1]



T1 T2 T3 T4 T5

[1]T1) Control group (without mineral premix supplementation), T2) mineral premix at 25% of recommendation level, T3) mineral premix at 50% of recommendation level, T4) mineral premix at 75% of recommendation level and T5) mineral premix at 100% of recommendation level.

جدول 6- غلظت سرمی عناصر معدنی در تیمارهای جیره‌ای مختلف (میانگین ± خطای استاندارد)[1]

Table 6- Serum concentrations of mineral elements in different dietary treatments (mean ± SE)[1]

تیمار[2] Treatment[2]	Ni[3]	Cr[3]	P[4]	Ca[4]	K[4]	Na[4]	Zn[3]	Mn[3]
0	9.12±0.99	27.19±0.84	10.58±0.09	4^{b}±0	2.33±0.33	36.33±0.76	15.50±0.85	2.23±0.24
25	8.98±0.17	27.98±0.99	10.76±0.09	4.33^{ab}±0.33	3±0.001	40±1.52	10.98±0.56	2.43±0.14
50	8.09±0.97	28.60±0.90	10.94±0.001	5.33^{ab}±0.66	1.66±0.33	44±0.57	13.04±0.98	2.65±0.38
75	11.87±0.65	25.41±0.61	14.74±0.33	6.33^{ab}±0.33	2.66±0.33	37.66±0.66	13.16±0.94	3.06±0.31
100	10.48±0.63	28.89±0.13	11.12±0.09	6.67^{a}±0.88	2.66±0.33	33.33±0.72	13.23±0.77	2.51±0.03
p-value	0.2482	0.1895	0.3420	0.0201	0.080	0.3091	0.062	0.2881

[1] درهرستون حروف غیرمشابه بیانگر تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی می‌باشد (P<0/05).

[2] صفر درصد: تیمار شاهد (بدون پیش مخلوط مواد معدنی)، 25 درصد: تیمار حاوی پیش مخلوط مواد معدنی در سطح 25 درصد پیشنهادی کاتالوگ، 50 درصد: تیمار حاوی پیش مخلوط مواد معدنی در سطح 50 درصد پیشنهادی کاتالوگ، 75 درصد: تیمار حاوی پیش مخلوط مواد معدنی در سطح 75 درصد پیشنهادی کاتالوگ و 100 درصد: تیمار حاوی پیش مخلوط مواد معدنی در سطح 100 درصد پیشنهادی کاتالوگ.

[3] میکروگرم در گرم

[4] میلی‌گرم در کیلوگرم

[1]In each column, means with different superscript letters differ significantly (P<0.05).

[2]0 %) Control group (without mineral premix supplementation), 25 %) mineral premix at 25% of recommendation level, 50 %) mineral premix at 50% of recommendation level, 75 %) mineral premix at 75% of recommendation level and 100 %) mineral premix at 100% of recommendation level.

[3]micrograms per gram

[4]milligram per kilogram

جدول 7- غلظت عناصر معدنی پر در تیمارهای جیره‌ای مختلف (میانگین ± خطای استاندارد)

Table 7- Feather concentrations of mineral elements in different dietary treatments (mean ± SE)

تیمار Treatment[1]	Ni^2	Cr^2	P^3	Ca^3	K^3	Na^3	Zn^1	Mn^1
0 %	10.78±1.83	32.40±0.43	14.55±0.21	6.33±0.88	9^{b}±0.57	16±0.57	126.1^{b}±1.23	8.8±0.33
25 %	11.25±2.19	30.19±1.30	16.50±0.84	13±0.57	12.67^{ab}±0.88	23±0.50	131^{ab}±1.23	9.04±1.82
50 %	10.45±0.30	50.93±1.28	14.46±0.94	9.33±0.33	13.33^{ab}±0.35	19.14±0.33	143.2^{ab}±1.57	9.96±0.22
75 %	8.73±0.56	30.76±1.39	15.02±0.91	10±0.81	14.66^{ab}±0.33	19.33±0.18	150.3^{ab}±1.58	10.61±0.45
100 %	12.87±0.15	40.75±0.23	14.38±0.57	13±0.53	15^{a}±0.80	19.33±0.86	188^{a}±1.59	12.456±0.48
p-value	0.8778	0.2953	0.4265	0.2962	0.0198	0.3169	0.0462	0.0893

[1] درهرستون حروف غیرمشابه بیانگر تفاوت معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی می‌باشد (P<0/05).
[2] صفر درصد: تیمار شاهد (بدون پیش مخلوط مواد معدنی)، 25 درصد: تیمار حاوی پیش مخلوط مواد معدنی در سطح 25 درصد پیشنهادی کاتالوگ، 50 درصد: تیمار حاوی پیش مخلوط مواد معدنی در سطح 50 درصد پیشنهادی کاتالوگ، 75 درصد: تیمار حاوی پیش مخلوط مواد معدنی در سطح 75 درصد پیشنهادی کاتالوگ و 100 درصد: تیمار حاوی پیش مخلوط مواد معدنی در سطح 100 درصد پیشنهادی کاتالوگ.
[3] میکروگرم در گرم
[4] میلی‌گرم در کیلوگرم

[1]In each column, means with different superscript letters differ significantly (P<0.05).
[2]0 %) Control group (without mineral premix supplementation), 25 %) mineral premix at 25% of recommendation level, 50 %) mineral premix at 50% of recommendation level, 75 %) mineral premix at 75% of recommendation level and 100 %) mineral premix at 100% of recommendation level.
[3]micrograms per gram
[4]milligram per kilogram

اثر سطوح پیش‌مخلوط مواد معدنی تأمین شده از طریق جیره بر میزان غلظت سرمی عناصر معدنی و غلظت آن‌ها در پر به ترتیب در جداول 6 و 7 ارایه شده‌است. به طوری‌که مشاهده می شود، این اثر برای غلظت Zn در سرم (جدول 6) غیر معنی‌دار و در نمونه پر (جدول 7) معنی‌دار بود (P<0/05). به‌گونه‌ای که بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار Zn در پر به ترتیب متعلق به تیمار 100 و صفر درصد پیش مخلوط مواد معدنی بود، ولی تفاوت غلظت آن بین تیمارهای دریافت‌کننده مکمل معنی‌دار نبود (P>0/05).

مقادیر عناصر پتاسیم، کلسیم، فسفر، نیکل و منگنز در پر بیش‌تر از نمونه‌های سرم خون بود (جداول 6 و 7). میزان سدیم موجود در سرم بالاتر از میزان سدیم موجود در پر بود. عنصر پتاسیم میزان ذخیره شدنش در پر در مقایسه با سرم بیش‌تر و تفاوت بین تیمارها معنی‌دار بود به‌گونه‌ای که کمترین مقدار آن مربوط به تیمار شاهد و بیش‌ترین مربوط به تیمار 100 درصد مکمل پیش مخلوط بود. میزان کلسیم موجود در پر به نسبت بیش‌تر از کلسیم موجود در سرم بود هرچند که بین تیمارهای پر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ولی در سرم این تفاوت معنی‌دار بود که کم‌ترین مقدار مربوط به تیمار شاهد و بیش‌ترین آن مربوط به تیمار 100 درصد مکمل پیش مخلوط بود. میزان عناصر فسفر، کروم و نیکل در پر نسبت به سرم بیشتر بود هر چند که تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد.

بر اساس نتایج گزارش شده بین مقادیر عناصر معدنی مو و مقادیر طبیعی آن‌ها در بدن، ارتباط وجود دارد (9 و 30)، به‌طوری‌که نامتوازن بودن پروفایل عناصر معدنی مو به‌عنوان ابزاری مناسب برای تشخیص اولیه بسیاری از بیماری‌ها به شمار می‌رود (30).

نتیجه‌گیری کلی

با وجود تفاوت مشاهده شده بین تیمار فاقد پیش مخلوط مواد معدنی و تیمارهای مکمل شده با آن در خصوصیات عملکردی و فراسنجه‌های مرتبط با استخوان درشت‌نی، تفاوت معنی‌داری در رابطه با این صفات در جوجه‌های مکمل‌شده با سطوح متفاوت پیش مخلوط مواد معدنی (25، 50، 75 و 100 درصد سطح پیشنهادی) مشاهده نشد. به هرحال، با توجه به تاثیرپذیری وضعیت پردرآوری جوجه‌های گوشتی از سطوح مختلف پیش مخلوط جیره‌ای مواد معدنی و اهمیتی که پوشش و کیفیت پر در سلامت پرنده و بازارپسندی آن دارد، استفاده از پیش مخلوط در سطح 100 درصد پیشنهادی به منظور اطمینان از تامین نیازمندی‌ها پیشنهاد می شود.

منابع

1- American Society for Testing and Materials (ASTM). 2004. Annual book of American society for testing and materials standards. Water and environmental technology. Standard guide for preparation of biological samples for inorganic chemical analysis. ASTM D4638-03, 11-6.

2- Bao, Y., M. Choct., P. Iji, and K. Bruerton. 2010. The digestibility of organic trace minerals along the small intestine in broiler chickens. Asian Australasian Journal of Animal Science, 23: 90-97.

3- Onyango E. M., P. Y. Hester., R. Stroshine, and O. Adeola. 2003. Bone densitometry as an indicator of percentage tibia ash in broiler chicks fed varying dietary calcium and phosphorus levels. Poultry Science, 82(11): 1787-91.

4- Christmas, R. B., R. H. Harms, and D. R Sloan. 1995. The absence of vitamins and trace minerals on broiler performance. Journal of Applied Poultry Research, 4(4), 407-410.

5- Deyhim, F, and R. G. Teeter. (1993). Dietary vitamin and/or trace mineral premix effects on performance, humoral mediated immunity, and carcass composition of broilers during thermos neutral and high ambient temperature distress. Journal of Applied Poultry Research, 2(4), 347-355.

6- Durans, S. J, and A. G. Gerant. 1997. Effect of removal of vitamin-trace premix and supplemental calcium and phosphorous from grower and finisher diets on broiler performance. Ceiba, 40 (1): 73-77.

7- Gabryszuk, M., K. Sloniewski., E. Metera, and T. Sakowski. 2010. Content of mineral elements in milk and hair of cows from organic farms. Journal of Elementology, 15: 259-267.

8- Gálik, B., D. Bíro., M. Halo., M. Juráček., M. Šimko., P. Massányi, and M. Rolinec. 2012. The effect of different macromineral intakes on mineral metabolism of sport horses. Acta Veterinaria Brno, 81: 113-117.

9- Ghorbani, A., A. Mohit, and H. Darmani Kuhi. 2015. Effects of dietary mineral intake on hair and serum mineral contents of horses. Journal of Equine Veterinary Science, 35(4): 295-300

10- Hanson, H. C, and R. L. Jones. 1976. Biogeochemistry of blue, snow, and Ross' geese. Published by Southern Illinois University, USA.

11- Iyengar, V, and J. Woittiez. 1988. Trace elements in human clinical specimens: evaluation of literature data to identify reference values. Clinical chemistry, 34: 474-481.

12- Karbasi, M. H., B. Jahanparast., M. Shamsipur, and J. Hassan. 2009. Simultaneous trace multielement determination by ICP-OES after solid phase extraction with modified octa decyl silica gel. Journal of Hazardous Materials, 170: 151-155.

13- Khajali, F., E. A. Khoshoei, and A. Z. Moghaddam. 2006. Effect of vitamin and trace mineral withdrawal from finisher diets on growth performance and immune competence of broiler chickens. British Poultry Science, 47(2): 159-162.

14- Kjaer, J. B, and W. Bessei. 2013. The interrelationships of nutrition and feather pecking in the domestic fowl – A review. Archiv fur Geflugelkunde, 77(1): S. 1- 9

15- Kozák, J. 2011. An overview of feathers formation, moults and down production in geese. Asian-Australian Journal of Animal Science, 24(6): 881-887.

16- Laganá, CA., M. L. Ribeiro., A. D. M. Kessler., L. R. Kratz, and C. C. Pinheiro. 2007. Effect of the supplementation of vitamins and organic minerals on the performance of broilers under heat stress. Revista Brasileira de Ciência Avícola, 9(1), 39-43.

17- Lai, P., J. Liang., L. Hsia., T. Loh, and Y. Ho. 2010. Effects of varying dietary zinc levels and environmental temperatures on the growth performance, feathering score and feather mineral concentrations of broiler chicks. Asian Australasian Journal of Animal Science, 23: 937-945.

18- Leeson, S, and T. Walsh. 2004. Feathering in commercial poultry II. Factors influencing feather growth and feather loss. World’s Poultry Science Journal, 60: 52-63.

19- Maiorka, A., A. C. E. Laurentiz., L. Santin., F. Araujo, and M. Macari. 2002. Dietary vitamin or mineral mix removal during the finisher period on broiler chicken performance. Journal of Applied Poultry Research, 11(2): 121-126.

20- Mohamed, M., H. Hassan., A. W. Youssef, and S. M. Gad. 2015. Feeding broilers on finisher diet of low trace mineral levels and its effect upon performance, carcass characteristics, mineral excretion and net profit. International Journal of Poultry Science, 14(6): 338-342.

21- Mondal, S., S. Haldar., P. Saha, and T. K. Ghosh. 2010. Metabolism and tissue distribution of trace elements in broiler chickens' fed diets containing deficient and plethoric levels of copper, manganese, and zinc. Biological Trace Element Research, 137: 190-205.

22- Namkoong, S., S. P. Hong., M. H. Kim, and B. C. Park. 2013. Reliability on intra-laboratory and inter-laboratory data of hair mineral analysis comparing with blood analysis. Annals Of Dermatology, 25: 67-72.

23- Nollet, L., J. VanderKlis., M. Lensing, and P. Spring. 2007. The effect of replacing inorganic with organic trace minerals in broiler diets on productive performance and mineral excretion. Journal of Applied Poultry Research, 16: 592-597.

24- Patel, K. P., H. M. Edwards, and D. H. Baker. 1997. Removal of vitamin and trace mineral supplements from broiler finisher diets. Journal of Applied Poultry Research, 6(2), 191-198.

25- Rath, N. C., J. M. Balog., W. E. Huff., G. R. Huff., G.B. Kulkarni, and J. F Tierce. 1999. Comparative difference in the composition and biomechanical properties of tibia of seven-and seventy-two-week-old male and female broiler breeder chickens. Poultry Science, 78: 1232-1239.
26- Rowland, L. O. Jr., R. H. Harms., H. R. Wilson., E. M. Ahmed., P. W. Waldroup, and J. L. Fry. 1968. Influence of various dietary factors on bone fragility of caged layers. Poultry Science, 47:507–511.
27- Savory, C. J. 1995. Feather pecking and cannibalism. World's Poultry Science Journal, 51:215–219.
28- Skinner, J. T., A. L. Waldroup, and P. W. Waldroup. 1992. Effects of removal of vitamin and trace mineral supplements from grower and finisher diets on live performance and carcass composition of broilers. Journal of Applied Poultry Research, 1(3): 280-286.
29- Wang, Z., S. Cerrate., F. Yan., P. Sacakli, and P. W. Waldroup. 2008. Comparison of different concentrations of inorganic trace minerals in broiler diets on live performance and mineral excretion. International Journal of Poultry Science, 7(7): 625-629.
30- Wołowiec, P., I. Michalak., K. Chojnacka, and M. Mikulewicz. 2013. Hair analysis in health assessment. Clinica Chimica Acta, 419: 139-171.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 11, No. 3, Fall 2019, p. 341-352

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد 11، شماره 3، پاییز 1398، ص. 352-341

Effects of Mineral Premix on Performance, Feathering Score, Tibia Characteristics and Minerals Accumulation in Serum and Feather in Broiler Chicks

S. Mohammadi[1], H. Darmani Kuhi[2*], N. Ghavi Hossein Zadeh[2]
Received: 06-10-2017
Accepted: 07-10-2018

Introduction In commercial production, there is often concern about the quantity and/or quality of feathering in both broilers and layers. For broilers, the concern is adequacy of protective feather cover, while in layers usually the necessary degree of feathering needed to optimize feed efficiency. Feather development is under the control of hormones such as thyroxine and estrogen and indirectly by testosterone. Therefore, environmental or nutritional status affecting the hormonal output of the birds will indirectly influence their feathering. Nutrition influences rate of feathering as well as feather structure, color and molting. In spite of the fact that minerals constitute a little proportion of body weight (2 to 5%) in vertebrates, their significance is high for growth, enzyme activation, immune system, regulation of the osmotic pressure, egg production and feathering. Urine and blood serum or plasma are the most commonly used bio fluids for metabolomics-based studies for the simple reasons that they both contain hundreds to thousands of detectable metabolites. In blood, the minerals undergo homeostatic controls, thus the ranges of concentrations are narrow, but the concentration of minerals in hair and feather is broad and can reflect long term metabolic changes. Blood tests can vary significantly depending upon animal's diet, activity level, the time of day and many other factors. Contrary to the blood, the concentration of minerals in hair and feather is broad and can reflect long term metabolic changes. Hair or feather can be considered as a metabolically inactive tissue, and its composition indicates the levels of trace elements that store in its structure through nutritive blood flow. Feather chemistry has been investigated as a means of identifying the geographic origins of migrating and wintering populations of birds, and as an indicator of environmental pollution. Since the minerals are crucial to the functioning of enzymes, hormones and other biochemical systems, it is possible to read the hair or feather test and see where metabolic patterns are deviating from the norm. The present study was amid to examine the potential applicability of serum or feather samples as a biological indicator to evaluate the broiler responses to (un)sufficient diets with regards to the trace mineral supplementation at 0, 25, 50, 75 and 100% of the recommended requirements.

Material and Methods A total of 200 one-day-old Ross 308 strain of broiler chicks (male and female) were used in a completely randomized design with 4 replicates of 10 chicks each. A large batch of corn and soybean meal basal diet was prepared for each age period (0-14, 14-35 and 35-42 days) and aliquots used for mixing the experimental diets. The experimental diets were prepared by mixing mineral premix at 100, 70, 50, 25, and 0% of normal inclusion rates, resulting in five experimental diets. At the end of the experiment, two male chicks close to average weight of each experimental unit were selected for bone quality assessment and feathering scores for wing and tail using scores of 1 to 5 for feather coverage with 1 representing minimal coverage, i.e. <25% coverage; 2 for 25-50% coverage; 3 for 50-75% coverage; 4 for >75% coverage and 5 for complete coverage. The wing and tail were further evaluated on a scale of 0 to 2 for the occurrence and severity of poor feathering with 0 indicating no defect; 1 for lesion and torn feathers, and 2 indicating blisters had developed on the shaft, near failure of feather to emerge from the follicle, broken feathers and retarded feathering. Tibia bone morphometric parameters, i.e. weight, diameter, length, density, volume and ash, were determined. The serum mineral concentration was measured in the fasting state at the end of the experiment. At this time, a total of 3mL of the blood samples was accumulated in plain vacutainer tubes from the veins under the wing. After collecting, the blood samples were left undisturbed for at least 1 hour to reach the room temperature. The serums were centrifuging at 3,000 rpm for 15 minutes. The obtained sera were kept in 1.5mL micro tubes at -80°C until they were analyzed for mineral concentration. The method of American Society for Testing and Materials, D4638–03 standard, was used for preparing the serum and feather samples.

1- Graduated Student in Msc, Department of Animal Science, College of Agricultural Science, University of Guilan, Rasht, Iran. P.O.Box: 58643-41889.
2- Associate Professor, Department of Animal Science, College of Agricultural Science, University of Guilan, Rasht, Iran. P.O.Box :58643-41889.
(*-Corresponding Author Email: h.darmani@guilan.ac.ir)

Results and Discussion The results showed that treatments supplemented with mineral premix caused increase in average daily gain and feed intake compared to the control group ($P<0.05$), but the difference among mineral premix-supplemented groups was not significant ($P>0.05$). Feed conversion ratio in the starter period was not affected by the experimental treatments; nevertheless, in the growing and finishing periods a significant difference was indicated compared to the control. Bone parameters including weight, diameter, length and volume showed significant differences to the control group; but the difference for density and ash were not significant. The results showed that the effect of trace mineral supplementation was significant for feather coverage and defect feather in both wing and tail regions ($P<0.05$). Feathering score was increased and the amount of damaged feathers was reduced in concordance with the increase in mineral supplementation. Serum concentration of Ca increased in response to trace mineral supplementation. The diagnostic usefulness of feather analysis is confirmed by authors who have proven the correlation between the concentration of basic elements in feather and their concentrations in the body both in the physiological and pathological states. With regard to the use of feather as a nondestructive monitoring tool, it is noticeable that it presented inter-tissue correlation with the serum in most occasions.

Conclusion Feather could be considered as an appropriate criterion to diagnose the mineral status in the body.

Key words: Broiler, Feathering, Feathering Score, Trace minerals